

Opinnäytetyö (AMK)

Tuotantotalous

NTUTAS14

2018

Ville Kylä-Kaila

KYSYNNÄN ENNUSTEET TUOTANNONSUUNNITTELUN TUKENA

Ville Kylä-Kaila

KYSYNNÄN ENNUSTEET TUOTANNONSUUNNITTELUN TUKENA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia mahdollisuuksia Juuresvakka Oy:n tuotannonsuunnittelun kehittämiseksi. Tavoitteena oli löytää sopiva kysynnän ennustamisen menetelmä, josta saataisiin hyvä työkalu tuotannonsuunnittelun tueksi.

Teoriaosuudessa käsitellään kysynnän ennustamista yleisesti, kysynnän rakennetta sekä erilaisia kysynnän ennustamisen menetelmiä. Kohdeyrityksen esittelyn jälkeen tutkitaan raaka-aineen laadun vaikutusta tuotannonsuunnitteluun, nykyistä tuotannonsuunnittelutapaa sekä tuotannonsuunnittelun mahdollisuuksia tulevaisuudessa.

Työn lopputuloksena esitetään kohdeyritykselle sopivin kysynnän ennustamisen malli ja pohditaan sen tuomia etuja tulevaisuuden tuotannonsuunnitteluun.

ASIASANAT:

Tuotannonsuunnittelu, kysynnän ennustaminen, kapasiteetin hallinta

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Industrial Management and Engineering

2018 | 29

Janne Siivonen

Ville Kylä-Kaila

DEMAND FORECASTING AS A SUPPORTIVE METHOD FOR PRODUCTION PLANNING

The purpose of this thesis was to find solutions to improve production planning in Juuresvakka Oy. The target was to find an appropriate demand forecasting method which would be a helpful tool to support production planning.

The theoretical foundation consists of demand forecasting in general, structure of the demand and different methods for demand forecasting. After introducing the client company there is examining of the raw materials influence to production planning, production planning today in Juuresvakka Oy and possibilities of the production planning in the future.

As the end result of this thesis is introduced the most appropriate demand forecasting method for the client company and considered the advantages it gives in the future.

KEYWORDS:

Production planning, demand forecasting, capacity management

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 KYSYNNÄN ENNUSTAMINEN	7
3 KYSYNNÄN RAKENNE	8
4 KYSYNNÄN ENNUSTAMISEN MENETELMÄT	10
4.1 Kvalitatiiviset menetelmät	10
4.2 Kvantitatiiviset menetelmät	10
4.2.1 Kausaalimallit	11
4.2.2 Aikasarjamallit	11
5 JUURESVAKKA OY	16
6 RAAKA-AINEEN VAIKUTUS	19
7 KYSYNNÄN ENNUSTEET JUURESVAKKA OY:SSÄ	21
8 TUOTANNONSUUNNITTELU JUURESVAKKA OY:SSÄ	26
9 ENNUSTEEN KÄYTTÖ JATKOSSA	28
LÄHTEET	29

LIITTEET

Liite 1. Ennusteet

KAAVAT

Kaava 1. Painotetun keskiarvon laskentakaava (Jacobs & Chase 2017, 52.)	12
Kaava 2. Eksponentiaalisen tasoituksen laskentakaava (Jacobs & Chase 2017, 54.)	13
Kaava 3. Kausivaihtelukertoimen kaava (Arnold ym. 2014. 247.)	14
Kaava 4. Kysyntä ilman kausivaihtelua (Arnold ym. 2014. 248.)	14
Kaava 5. Kysynnän taso (Chase 2013, 150)	15
Kaava 6. Trendi (Chase 2013, 150)	15
Kaava 7. Kausivaihtelu (Chase 2013, 150)	15

KUVIOT

Kuvio 1. Esimerkki kysynnän rakenteesta	8
Kuvio 2. Painotetun keskiarvon menetelmä	22
Kuvio 3. Eksponentiaalisen tasoituksen ennuste	23
Kuvio 4. Holt-Winter menetelmän ennuste	24

1 JOHDANTO

Tuotannonsuunnittelu on yrityksille tärkeä osa toimintaa. Hyvällä tuotannonsuunnittelulla saadaan pienennettyä kustannuksia, lisättyä toimitusvarmuutta ja ylläpidettyä sekä kehitettyä laatua. Laadun ja toimitusvarmuuden avulla kehitetään asiakassuhteita, jotka ovat elintärkeitä yrityksille. Hyvät asiakassuhteet ja omien kustannusten pienentäminen lisäävät yrityksen kannattavuutta ja luovat edellytykset kehittää ja laajentaa toimintaa entisestään.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Juuresvakka Oy. Yrityksen toimiala on juuresten kuluttajakapakaaminen ja asiakkaina toimivat maamme suurimmat keskusliikkeet. Suurimmat toimituserät koostuvat varastoporkkanasta ja kesäsesongin aikana varhaisperunasta. Tilausmäärät vaihtelevat eri tuotteiden sesonkien mukaan ja keskusliikkeiden tilaukset tulevat yleensä vain päivää ennen toimituspäivää. Tilausten myöhäminen saapumisaika ja isoimpien volyymien painottuminen loppuviikkoon tekee tuotannonsuunnittelusta haastavaa. Työkuorman kasvaessa loppuviikkoa kohden joudutaan usein teettämään ylitöitä, joista aiheutuu ylimääräisiä kustannuksia yritykselle.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään kysynnän ennustamista ja erilaisia toimintatapoja sen toteuttamiseen. Työn tavoitteena on etsiä erilaisia mahdollisuuksia työkuorman jakamisesta tasaisemmaksi yhden viikon ajalle eli tuotannonsuunnittelun kehittäminen. Työssä tutkitaan tuotannon ennakoimisen mahdollisuuksia, raaka-aineen laadun vaikutusta ja raaka-ainenäytteiden käyttöä tuotannonsuunnittelun tukena. Opinnäytetyön kirjoittaja työskentelee yrityksessä tuotantopäällikkönä, joten tutkimuksen tuloksia tullaan jatkossa hyödyntämään yrityksen päivittäisessä toiminnassa. Materiaalina tutkimukseen käytetään yrityksen dataa sekä opinnäytetyön kirjoittajan omaa kokemusta yrityksestä. Teoriaosuuden lähteinä toimivat pääasiallisesti alojen kirjallisuus.

2 KYSYNNÄN ENNUSTAMINEN

Kysynnän ennustaminen on tärkeä osa yritysten toimintaa ja luo pohjan yrityksen toimintojen suunnittelulle ja hallinnoimiselle. Ennusteet vaikuttavat kaikkiin yrityksen päätöksiin, jokaisella osa-alueella. Esimerkiksi hankintojen, tuotannon, aikataulun ja varastomäärien suunnittelu tehdään ennusteisiin perustuen. (Jacobs & Chase 2017, 46.)

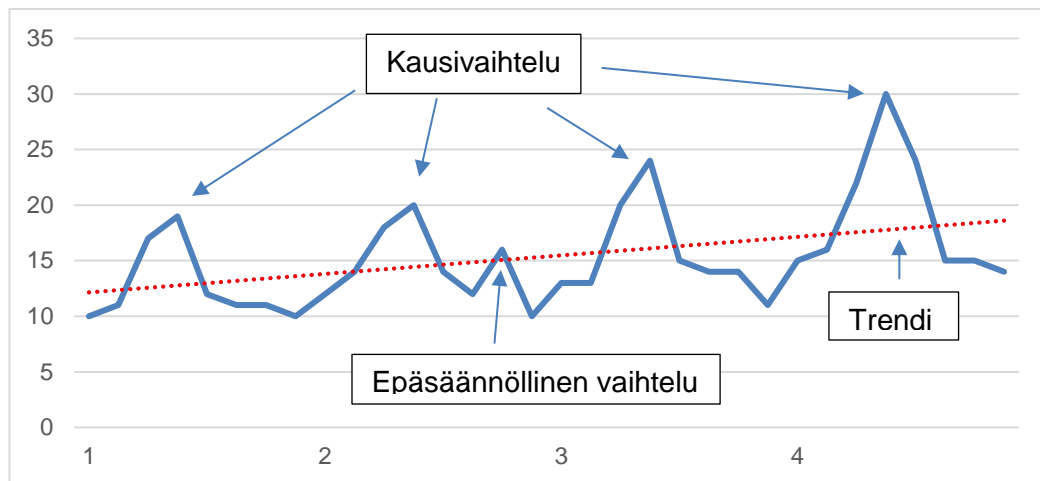
Tuotteiden tai palveluiden kysyntään vaikuttaa monta erilaista tekijää. Onnistuakseen ennusteiden tekemisessä yrityksen tulee ymmärtää yhteys tällaisten tekijöiden ja tulevan kysynnän välillä. Esimerkiksi aikaisempi kysyntä, tulevat mainoskampanjat, yleinen taloustilanne, hinnanalennukset ja kilpailijoiden toiminta yhdessä monien muiden tekijöiden kanssa vaikuttavat tulevaan kysyntään. Ennen kuin yritys voi valita itselleen sopivan ennustusmenetelmän tulee heidän tunnistaa ja ymmärtää, mitkä eri tekijät heidän tulee ottaa huomioon ennustusta laatiessa ja kuinka paljon virhettä ne aiheuttavat ennustuksen tarkkuuteen. (Chopra & Meindl 2010, 200.)

Ennusteet voidaan jakaa kahteen ryhmään niiden aikajänteen perusteella: strategiset ja taktiset ennusteet. Strategiset ennusteet ovat keskipitkän ja pitkän aikajänteen ennusteita, joiden avulla tehdään päätöksiä yrityksen strategiaan liittyen. Taktiset ennusteet ovat lyhyen aikajänteen ennusteita, joita käytetään päivittäisten päätösten tukena. Esimerkiksi ajankäytön ja tuotannonsuunnittelun päätöksien tukena käytetään taktisia eli lyhyen aikajänteen ennusteita. (Jacobs & Chase 2017, 46.)

Ennusteet jaetaan myös kvalitatiivisiin ja kvantitatiivisiin menetelmiin. Kvalitatiiviset ennusteet perustuvat ihmisten tietoihin, näkemyksiin ja taitoihin. Näitä menetelmiä käytetään yleensä silloin, kun aiempaa dataa kysynnästä ei ole saatavilla. Kvantitatiiviset menetelmät perustuvat matemaattisiin kaavoihin ja niiden laskemissa käytetään aiemmin kerättyä dataa kysynnästä ja muista tekijöistä. Yleensä parhaan ennustustuloksen aikaansaamiseksi tulee yhdistää sekä kvalitatiivisia ja kvantitatiivisia menetelmiä. (Jacobs & Chase 2017, 47.)

3 KYSYNNÄN RAKENNE

Useimmissa tapauksissa tuotteen tai palvelun kysynnän pystyy purkamaan kuuteen eri osaan: kysynnän keskiarvo jakson aikana, trendi, kausivaihtelu, syklivaihtelu, epäsäännöllinen vaihtelu ja autokorrelaatio. (Jacobs & Chase 2017, 48.)



Kuvio 1. Esimerkki kysynnän rakenteesta

Trendiviivat ovat tärkeä osa kysynnän ennustamista. Kun yrityksellä on laskettuna kysynnän taso, aletaan siitä säätämään mallia trendiviivasta, kausivaihtelua, syklivaihtelua ja muita ennustettavia tapahtumia jotka saattaisivat vaikuttaa lopulliseen ennustukseen. Trendiviivojen neljä yleisintä tyyppiä ovat lineaarinen, eli suoran jatkuva; S-käyrä, joka kuvaa tyypillisesti tuotteen elämänsykliä sen kasvu- ja kypsyysvaiheissa; asympotoottinen, jossa suurin kysynnän kasvu on heti alkuvaiheissa ja eksponentiaalinen, jossa kysyntä kasvaa räjähdysmäisesti jossakin vaiheissa tuotteen elinkaarta. (Jacobs & Chase 2017, 48.)

Syklivaihtelun tekijät ovat vaikeimpia määritettäviä, sillä niiden aikajännettä ei välttämättä tiedetä tai syklin aiheuttajaa ei osata määrittää ja ottaa huomioon. Syklivaikutus saattaa johtua esimerkiksi poliittisista vaaleista, sodasta, taloustilanteen muutoksista tai sosiologisista paineista. (Jacobs & Chase 2017, 48.)

Epäsäännöllinen vaihtelu johtuu mahdollisista tapahtumista. Kun kokonaiskysynnästä vähennetään kaikki tiedossa olevat tekijät (keskiarvo, trendi, kausivaihtelu, syklivaihtelu ja autokorrelaatio) jää jäljelle se osa kysynnästä, jolle ei ole vielä selitystä. Jos kyseiselle

osalle kysyntää ei löydy järkevää selitystä, tulkitaan se epäsäännölliseksi vaihteluksi. (Jacobs & Chase 2017, 48.)

Autokorrelaatio on syy-seuraussuhde, jossa joku tietty kysynnän arvo korreloi vahvasti sen aiempien arvojen kanssa. Esimerkiksi jos kysyntä on kasvanut lähiaikoina jatkuvasti, oletamme sen kasvavan myös seuraavassa vaiheessa. Kun kysyntä on epäsäännöllistä, se voi vaihdella suurestikin eri jaksojen aikana. Jos kysynnässä on vahva autokorrelaatio, on sitä helpompia ennustaa, sillä kysynnän vaihtelun ei oleteta olevan suhteessa niin suurta eri jaksojen välillä. (Jacobs & Chase 2017, 48.)

Kausivaihtelu eli sesongit ovat kysynnän osia, jotka toistuvat vuosittain samaan aikaan ja lähes samanlaisina. Kausivaihtelua aiheuttavat esimerkiksi lomat, kesä ja joulukuu. Yritykset, jotka tuntevat omien tuotteidensa sesongit osaavat suunnitella varastomäärät, henkilökunnan tarpeen ja tuotantonsa etukäteen siten, että sesonkivaihtelut eivät aiheuta ongelmia esimerkiksi tilausten toimittamisessa. Ero kausi- ja syklivaihtelun välillä on se, että syklivaihtelu saattaa näkyä kysynnässä vain esimerkiksi yhden kalenterivuoden aikana ja sen kesto voi vaihdella. (Investopedia 2018.)

4 KYSYNNÄN ENNUSTAMISEN MENETELMÄT

Ennusteiden menetelmät jaetaan yleensä kahteen eri kategoriaan, kvalitatiivisiin ja kvantitatiivisiin. Kvantitatiiviset menetelmät voidaan edelleen jakaa aikasarjamalleihin ja kausaalimalleihin. Paras ennustustulos saadaan yleensä aikaan eri metodeja yhdistämällä. (Slack ym. 2016, 172.)

4.1 Kvalitatiiviset menetelmät

Kvalitatiiviset ennustusmenetelmät ovat subjektiivisia ja perustuvat ihmisten tekemiin arvioihin. Niissä hyödynnetään asiantuntijoiden tietoja ja taitoja esimerkiksi markkinatilanteesta ja aiemmista vastaavista kokemuksista. Kvalitatiiviset menetelmät sopivat tilanteisiin, joissa aiempaa tietoa kysynnästä ei ole saatavilla (esim. täysin uusi tuote) tai kun olemassa olevan tuotteen kanssa siirrytään uudelle markkina-alueelle. (Jacobs & Chase 2017, 73.)

Kvalitatiivisten ennusteiden tarkkuuteen vaikuttaa monet eri asiat. Tekijät kuten taloustilanne, sää, mahdollisten kilpailijoiden toiminta tai poliittiset vaalit saattavat vaikuttaa kysyntään. Kvalitatiiviset ennusteet eivät ole vain pelkkiä arvauksia, vaan tarkkaan harkittuja ja jäsennettyjä ennusteita kysynnästä. Hyvä esimerkki kvalitatiivisen ennusteen tukena käytettävästä operaatiosta on markkinatutkimus, jossa mahdollisia asiakkaita haastatellaan ostohalukkuuden selvittämiseksi. (Jacobs & Chase 2017, 73.)

Yleensä kvalitatiivista ennustetta laadittaessa otetaan huomioon myös samankaltaiset tuotteet ja niiden menekki, kuluttajien tavat markkina-alueella ja miten tuotetta aiotaan kampanjoida ja mainostaa. Usein otetaan myös selvää markkina-alueen yleisestä taloustilanteesta ja jopa kilpailijoiden menestyksestä ja kokemuksista. Onnistuneen ennusteen edellytyksenä on laaja asiantuntemus ja laajan sekä mahdollisimman tarkan informaation kerääminen. (Jacobs & Chase 2017, 73.)

4.2 Kvantitatiiviset menetelmät

Kvantitatiivisten ennusteiden tekemiseen on kaksi lähestymistapaa: aikasarjamallit ja kausaalimallit. Aikasarjamallit perustuvat ajatukseen, että aiemman kysynnän datan

avulla voidaan ennustaa myös tuleva kysyntä. Aiempi data koostuu useista osista, joista vaikka jokaista voidaan käyttää uuden ennusteen tekemisessä. Näitä tekijöitä ovat esimerkiksi jo aiemmin selitetyt kausi- ja syklivaihtelut sekä trendi. Kausaalimallissa ajatellaan kysynnän olevan riippuvainen ulkopuolisista tekijöistä, jotka saattavat kysyntään vaikuttaa. (Jacobs & Chase 2017, 47.)

4.2.1 Kausaalimallit

Ennustamisen kausaalimalleissa oletetaan, että kysyntä korreloi vahvasti tiettyjen ympäristöllisten tekijöiden kanssa (yleinen talouden tila, korkotasot yms.). Kausaalimalleilla ennustaessa yhteys kysynnän ja ympäristöllisten tekijöiden välillä selvitetään ja arvioidaan, mitä tekijöitä kysyntään tulevaisuudessa vaikuttaa. Esimerkkinä, tuotteen hinnoittelu korreloi vahvasti kysynnän kanssa, joten kausaalimallien avulla yrityksen on mahdollista selvittää esimerkiksi hinnanalennusten vaikutusta kysyntään. (Chopra & Meindl 2010, 200–201.)

Kausaalimallit voivat olla erittäin monimutkaisia, sillä kysyntään saattaa vaikuttaa useita eri tekijöitä. Eri tekijöiden välinen keskinäinen suhde ja vaikutus kysyntään tulee ymmärtää ja tulkita oikein. Tämä vaatii ennusteen tekijältä monipuolista osaamista ja riittävää ymmärrystä tuotteesta ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Jos ennusteen tekijä ei ole riittävän pätevä tehtävänsä, saattaa ennustus mennä pahasti pieleen. Ennustus voi mennä pieleen myös siinä tapauksessa, jos kysynnässä ilmenee paljon satunnaisvaihtelua, jota ei voida kohdentaa mihinkään tiettyyn ulkopuoliseen tekijään. (Slack ym. 2016, 176.)

Hyvin toteutettu kausaalimalli selittää kysynnän takana olevien tekijöiden vaikutusta eikä rajoitu pelkästään aiempaan historialliseen dataan kysynnästä.

4.2.2 Aikasarjamallit

Aikasarjamallit perustuvat aiempaan kysyntään, jonka avulla uusi ennuste laaditaan. Ne perustuvat ajatukseen, että aiempi kysyntä on hyvä mittari myös tulevalle kysynnälle. Aikasarjamenetelmät soveltuvat parhaiten tilanteisiin, joissa kysyntä ei juurikaan vaihtelee pitkän ajanjakson kuluessa ja ne ovatkin yksinkertaisin tapa ennusteen toteuttamiseen. Esimerkiksi kuuden edellisen viikon kysynnällä voidaan tehdä ennuste seitsemännen viikon kysynnästä. Koska aikasarjamalli perustuu vain aiempaan kysyntään, ei sen

toteuttamiseen tarvita yhtä laajaa asiantuntemusta kuin muissa ennustusmenetelmissä. Ennusteet ovat toteutettavissa laskukaavoja käyttäen ja ne tehdäänkin usein tietokoneohjelmia hyödyntäen. (Chopra & Meindl 2010, 200.)

Painotetun keskiarvon menetelmä

Liukuvan keskiarvon menetelmässä aiempien ajanjaksojen kysynnän keskiarvoa käytetään tulevan ennusteen tekemiseen. Ajanjakso valitaan yleensä sen perusteella, tehdäänkö ennuste lyhyen vai pitkän aikavälin päätöksenteon tueksi. Yleensä ennusteen tekemiseen käytetään joko aiempia viikkoja tai kuukausia. Liukuvan keskiarvon menetelmä soveltuu parhaiten tilanteisiin, joissa kysyntä pysyy melko tasaisena pitkällä aikavälillä. (Jacobs & Chase 2017, 50–51.)

Painotetun keskiarvon menetelmässä jokaiselle ajanjaksolle annetaan oma painokerroin. Näiden kertoimien summan tulee aina olla 1. Painotetuilla arvoilla lasketaan menneiden ajanjaksojen keskiarvo, jota käytetään ennusteena. Painotettu keskiarvo lasketaan seuraavalla kaavalla (Kaava 1.):

$$F_t = w_1 A_{t-1} + w_2 A_{t-2} + \dots + w_n A_{t-n}$$

Kaava 1. Painotetun keskiarvon laskentakaava (Jacobs & Chase 2017, 52.)

Jossa:

F_t = Tulevan ajanjakson ennuste

w_1 = Ajanjakson t-1 painokerroin

w_2 = Ajanjakson t-2 painokerroin

w_n = Ajanjakson t-n painokerroin

A_{t-1} = Edellisen jakson kysyntä

A_{t-2} = Kysyntä kaksi jaksoa sitten

A_{t-n} = Kysyntä n ajanjaksoa sitten

Painokerroin valitaan sen mukaan, minkä ajanjakson kysynnän halutaan vaikuttavan eniten ennusteeseen. Yleensä painokerroin pienenee sitä mukaa, mitä kauemmas ennusteen ajanjaksosta mennään. Painokertoimen avulla voidaan huomioida myös

kausivaihtelua, jos ennustetta tehdään pidemmälle aikavälille. Helpoin tapa määrittää painokertoimet on yrityksen ja erehdyksen kautta. (Jacobs & Chase 2017, 52–53.)

Eksponentiaalinen tasoitus

Eksponentiaalinen tasoitus on yleisin käytetyistä ennustusmenetelmistä. Sen laskemiseen tarvitaan vain kolmea eri tietoa: uusin ennuste, uusimman ennusteen ajanjakson toteutunut kysyntä ja painokerroin α . Painokertoimen avulla määritetään kysynnän tasoitus ja reagoinnin nopeus, kun toteutuneessa kysynnässä ja ennusteessa on eroa. Eksponentiaalisen tasoituksen menetelmästä on tullut suosittu kuudesta pääsystä johtuen:

- malli on tarkka
- eksponentiaalisen mallin muodostaminen on yksinkertaista
- käyttäjän on helppo ymmärtää miten malli toimii
- ennusteen tekemiseen tarvitaan vain vähän laskemista
- vain vähän tallennustilaa tarvitaan, sillä ainoastaan edellisen ajanjakson tiedot tarvitaan
- mallin tarkkuus on helppo laskea (Jacobs & Chase 2017, 53–54.)

Eksponentiaalisen tasoitus -mallin kaava on seuraavanlainen (Kaava 2.):

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Kaava 2. Eksponentiaalisen tasoituksen laskentakaava (Jacobs & Chase 2017, 54.)

Jossa:

F_t = Eksponentiaalisesti tasoitettu kysyntä ajanjaksolle t

F_{t-1} = Eksponentiaalisesti tasoitettu ennuste ajanjaksolle t-1

A_{t-1} = Toteutunut kysyntä ajanjaksolle t-1

α = Painokerroin

Kaavan mukaan tuleva ennuste on siis edellinen ennuste ja siihen lisättynä painokertoimen määrittämä osa edellisen ennusteen virheestä. (Jacobs & Chase 2017, 54.)

Painokerroin α :n avulla ennusteen tekijä pystyy reagoimaan esimerkiksi kysynnän kasvuun. Mitä isompi kasvu on, sitä isompi on myös painokerroin α . Jos tuotteen kysyntä on tasaista, eikä kasvua oletettavasti ole tulossa, voi painokerroin olla pieni (esimerkiksi vain 5 tai 10%). (Jacobs & Chase 2017, 54.)

Kausivaihtelu

Kysynnän ennusteissa on hyvä ottaa huomioon myös kausivaihtelu, sillä tuotteiden kysyntä saattaa vaihdella suurestikin eri jaksojen välillä. Kausivaihtelulle lasketaan kerroin seuraavalla kaavalla (Kaava 3.)

$$\text{Kausivaihtelukerroin} = \frac{\text{Jakson kysynnän keskiarvo}}{\text{Kaikkien jaksojen kysynnän keskiarvo}}$$

Kaava 3. Kausivaihtelukertoimen kaava (Arnold ym. 2014. 247.)

Kaavassa jakson kysynnän keskiarvo lasketaan esimerkiksi kyseisen jakson kolmen edellisen vuoden kysynnästä ja kaikkien jaksojen keskiarvo lasketaan kolmen vuoden ajalta kaikista jaksoista. (Arnold ym. 2014. 247–248.)

Kaikkien jaksojen kysynnän keskiarvo on arvo, jossa ei ole otettu huomioon kausivaihtelua. Ennusteita tehdessä tulee aina käyttää arvoja, joissa kausivaihtelua ei ole otettu huomioon. Kysyntä ilman kausivaihtelua saadaan laskettua seuraavalla kaavalla (Kaava 4.)

$$\text{Kysyntä ilman kausivaihtelua} = \frac{\text{Jakson todellinen kysyntä}}{\text{Kausivaihtelukerroin}}$$

Kaava 4. Kysyntä ilman kausivaihtelua (Arnold ym. 2014. 248.)

Kun ennusteisiin halutaan sisällyttää kausivaihtelu, tulee noudattaa kolmea ohjetta:

- käytä vain tietoja, joissa kausivaihtelua ei ole otettu huomioon
- ennusta kysyntää ilman kausivaihtelua
- laske ennuste kausivaihtelu huomioon ottaen käyttämällä kausivaihtelukerrointa

Eroja jaksojen välisessä kysynnässä on helpompi vertailla, kun kausivaihtelua ei ole otettu huomioon. (Arnold ym. 2014. 247–249.)

Holt-Winter

Holt-Winter menetelmää käytetään, kun kysynnässä on havaittavissa trendi ja kausivaihtelua. Menetelmä käyttää kolmea eri kaavaa, joilla lasketaan kysynnän taso (Kaava 5), trendi (Kaava 6) ja kausivaihtelu (kaava 7.).

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$$

Kaava 5. Kysynnän taso (Chase 2013, 150)

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

Kaava 6. Trendi (Chase 2013, 150)

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s}$$

Kaava 7. Kausivaihtelu (Chase 2013, 150)

Kaavoissa:

L_t = Kysynnän taso

s = Kauden pituus (esimerkiksi viikkoja tai kuukausia vuodessa)

b_t = Trendi

S_t = Kausivaihtelu

Näiden kaavojen perusteella saadaan laskettua ennuste m jaksoa eteenpäin (Kaava 8.).

$$F = (L_t + b_t m)S_{t-s-m}$$

Kaava 8. Ennuste m jaksoa eteenpäin (Chase 2013, 150)

α , β ja γ optimoidaan sen mukaan, millä arvoilla saadaan tarkin ennustustulos. (Chase 2013, 149–150.)

5 JUURESVAKKA OY

Juuresvakka Oy on Vihannes-Laitila Oy:n sekä viljelijöiden omistama juuresten kuluttajapakkaamo. Juuresvakassa käsitellään varhaisperunaa, porkkanaa, punajuurta, lanttua, naurista, kelta- sekä raitajuurta ja avomaankurkkua. Yritys työllistää noin 30 henkilöä vakituisesti, sekä kesäsesongin aikana useita kesätyöntekijöitä. Varhaisperunaa lukuun ottamatta kaikkia tuotteita pakataan lähes ympäri vuoden, sesonkien vaihdellessa tuotteesta riippuen. Juuresvakan isoimmat asiakkaat ovat suuret keskusliikkeet Kesko, Inex ja Lidl, mutta tuotteita toimitetaan pienempiä määriä myös monille muille asiakkaille. Juureksia pakataan vuodessa yli 10 miljoonaa kiloa ja määrä on kasvanut tasaisesti viime vuosina. Pääasiallinen tuote on porkkana, jota pakataan ympäri vuoden. Kotimaisen porkkanan sesonki on kesäkuun lopusta huhtikuun loppupuolelle ja väliin jäävänä ajankohtana pakataan ulkomailta tuotua porkkanaa.

Tuotantoprosessi

Kotimaiset raaka-aineet Juuresvakkaan toimitetaan suoraan sopimusviljelijöiltä. Kesällä pakattavat perunat ja porkkanat tuodaan usein suoraan noston jälkeen pellolta pakkaamolle. Juurekset tuodaan joko isoina irtokuormina tai laatikoissa. Kesäaikaan perunat ja porkkanat tuodaan yleensä irtokuormina isoilla vaihtolavoilla, jotka kipataan suoraan tuotantolinjalle. Viljelijät tuovat irtokuormat traktorin tai kuorma-auton kanssa ja raaka-aine kipataan suoraan tuotantolinjan alkupäässä olevalle purkupöydälle.

Purkupöydältä juurekset siirtyvät kuljettimia pitkin jäähdytysaltaaseen. Altaan vesi on noin +4 asteista ja sinne mahtuu kerrallaan noin 5000 kiloa juureksia. Jäähdytysaltaan yhteydessä on myös kippauslaite, jonka avulla laatikoissa oleva raaka-aine saadaan kippattua linjalle. Altaasta raaka-aine kulkeutuu harjakoneeseen, jossa juurekset pyörivät useiden harjojen välissä. Harjojen tehtävänä on puhdistaa suurimmat epäpuhtaudet juuresten pinnasta. Harjakoneen jälkeen vuorossa on pesukone, joka puhdistaa juureksia vielä tarkemmin. Jäähdytysaltaasta pesukoneen loppuun asti juurekset ovat jatkuvasti jäähdytyksessä kylmän veden avulla.

Pesukoneen jälkeen juurekset kulkeutuvat optisille lajittelijoille, joiden avulla raaka-aine lajitellaan koon mukaan siiloihin. Optisilla kameroilla saadaan myös lajiteltua epäkelpoja juureksia pois linjalta jo ennen käsinlajittelua. Yksittäisen kameran lajitteluteho on 4000-8000 kiloa tunnissa, riippuen tuotteen koosta. Lajittelukameroita Juuresvakka on kaksi.

Siiloista raaka-aine tuodaan lajittelupöydille, joiden vieressä on yksi tai kaksi työntekijää käsinlajittelemassa huonot juurekset jätteeksi.

Lajittelun jälkeen raaka-aine viedään kuljettimia pitkin pakkauskoneisiin. Pakkauskoneen avulla juurekset joko pussitetaan tai ajetaan irtolaatikoihin. Pakkauskoneiden päällä on automaattivaaka, joka punnitsee jokaiseen pussiin oikean määrän tuotetta. Vaa'assa on 10-12 kuppia, joista jokaisessa on oma punnitusvaaka. Kuppeja aukeaa aina muutama kerrallaan, niin että haluttu grammamäärä jokaiseen pussiin on oikea. Koneesta tulevat valmiit pussit pakataan käsin laatikoihin ja syötetään robotille, joka pinoaa laatikot lavalle. Valmiit lavat siirtyvät automaattisesti lähettämön puolelle, jossa ne järjestellään asiakas-kohtaisiin jonoihin. Juureksia pakataan 500g:n, 1kg:n, 2kg:n, 5kg:n ja 10kg:n pusseihin. Irtolaatikat ovat yleensä joko 12 tai 15 kilogramman painoisia.

Kapasiteetti

Tässä kappaleessa käsitellään tuotannon kapasiteettia porkkanan osalta, sillä työssä tehtävät ennusteet tehdään porkkanan tuotannonsuunnittelun tueksi.

Pakkauskoneiden teoreettinen maksimikapasiteetti on pakattavien pussien koosta riippuen noin 6000-10 000 kiloa tunnissa. Kun ajasta vähennetään työntekijöiden tauot, kalvonvaihdot, häiriöt koneissa sekä mahdolliset huonot pussit on parhaimmillaan päästy yhden pakkauspäivän aikana noin 7500 kilon tuntivauhtiin. Normaalin kahdeksan tunnin työajan puitteissa tämä tarkoittaa 60 000:tta kiloa pakattua porkkanaa. Tilaukset voivat suurimmillaan olla jopa 70 000-80 000 kiloa päivää kohti, joten porkkanaa pitää olla kyseisenä päivänä varastossa, jotta tilaukset saadaan täyteen teettämättä ylitöitä.

Pakkauskapasiteettiin vaikuttaa myös optiset lajittelijat. Optisilla lajittelijoilla maksimikapasiteetti on noin 12 000 kiloa tunnissa. Kapasiteettiin vaikuttaa porkkanan koko. Jos porkkana on isoa, sitä saadaan lajiteltua nopeammin siiloihin. Optiset lajittelijat tullaan aina käynnistämään vähintään tuntia ennen kuin tuotanto alkaa, jotta lajittelusiiloihin saadaan tuotetta valmiiksi. Tällä tavoin pyritään estämään siilojen tyhjentyminen päivän aikana ja pitämään pakkauskoneet täynnä koko päivän ajan. Optiset lajittelijat poistavat myös huonoja porkkanoita jo ennen lajittelusiiloja, joten porkkanan laadun ollessa huono, ei siiloihin asti mene niin paljon kiloja ja siilot saattavat käydä lähes tyhjää.

Kippausvaihe hidastaa tuotantoa vain siinä tapauksessa, kun porkkana on multaista tai savista. Tällaisissa tapauksissa porkkana kipataan aina purkupöydälle, jonka päässä on mullanerottelija. Mullanerottelijan avulla osa mullasta ja savesta saadaan poistettua jo

ennen jäähdytys- ja pesuvaihetta. Varsinkin savinen porkkana on silti ongelma, sillä kaikki savi ei irtoa ennen jäähdytysallasta. Kun jäähdytysaltaaseen pääsee savea, alkaa se kasaantumaan altaan pohjalle ja saattaa jopa tukkia koko altaan. Kun raaka-aine on savista, joudutaan jäähdytysallasta tyhjentämään päivän aikana useitakin kertoja. Koska jäähdytysallasta tyhjentäessä raaka-ainetta ei saada ajettua eteenpäin, saattaa loppupään tuotannon kapasiteetti kärsiä siitä.

6 RAAKA-AINEEN VAIKUTUS

Raaka-aineen laatu vaikuttaa myös tuotannonsuunnitteluun. Hyvällä raaka-aineella saadaan tuotannon koko kapasiteetti käyttöön ja työntekijöitä porkkanan lajitteluun tarvitaan vähemmän. Vastaavasti huonolaatuisella raaka-aineella pakkaaminen on hitaampaa ja työntekijöitä tarvitaan enemmän. Jos tilausmäärät ovat isot, on lähes välttämätöntä käyttää hyvää raaka-ainetta.

Porkkanan toimittavat sopimusviljelijät, jotka pääsääntöisesti saavat tuotua raaka-ainetta vaikka samana päivänä, kun sitä tilataan. Pakattava porkkana päätetään yleensä edeltävänä päivänä siinä vaiheessa, kun tilaukset seuraavalle päivälle tulevat. Raaka-aine valitaan tilausmäärän mukaan ja valitsemisen tukena käytetään aiempaa kokemusta porkkanaerien laadusta sekä säilyvyyskokeiden tuloksia. Tavoitteena on saada tilausmäärä tehtyä kahdeksan tunnin aikana, jottei ylitöitä jouduttaisi teettämään.

Porkkana nostetaan syksyllä ja säilötään kylmävarastoihin. Koska kotimainen porkkana riittää pitkälle kevääseen, on varastointiaika osalle eristä pitkä. Varastoinnin aikana porkkanassa olevat taudit leviävät, ja raaka-aineen laatu heikkenee. Tällaisia leviäviä tauteja ovat esimerkiksi harmaahome ja pahkahome, jotka molemmat kehittävät porkkanan päälle homea.

Säilyvyyskokeet

Varastossa oleville porkkanaerille tehdään säilyvyyskokeita, joiden avulla saadaan selville niissä mahdollisesti esiintyvät taudit ja muut viat. Kokeessa porkkanaa pestään jokaisesta erästä pieni määrä ja niiden laatu arvioidaan. Kokeen tuloksista käy ilmi hyvien porkkanoiden prosenttiosuus, tautiprosentti, mistä taudeista tautiprosentti muodostuu ja mitä muita mahdollisia vikoja porkkanassa on (esimerkiksi kasvuhalkeamat tai kaksihääräiset).

Säilyvyyskokeen tulokset ovat hyvä työkalu tuotannonsuunnittelun tukena. Koska tilaukset tulevat usein vain päivää ennen kuin ne pakataan, tulee raaka-ainevalinnoissa olla hereillä ja säilyvyyskoe antaakin tälle hyvät edellytykset. Säilyvyyskokeen avulla ongelmalliset erät saadaan selville ja voidaan näin ollen myös pakata aikaisemmassa vaiheessa, estäen niiden laajempi pilaantuminen. Kun herkemmin pilaantuvat erät saadaan pakattua aikaisessa vaiheessa, ei keväällä ole niin isoja ongelmia porkkanan laadun kanssa.

Säilyvyyskokeet tehdään yleensä marraskuussa, joten niiden tuloksiin ei enää keväällä kannata sokeasti luottaa. Pakkaukseen lähiaikoina tulevia eriä onkin tapana pestä pieni määrä muutama päivä ennen suunniteltua pakkausta, jotta nähdään minkä laatuista raaka-aine on.

7 KYSYNNÄN ENNUSTEET JUURESVAKKA OY:SSÄ

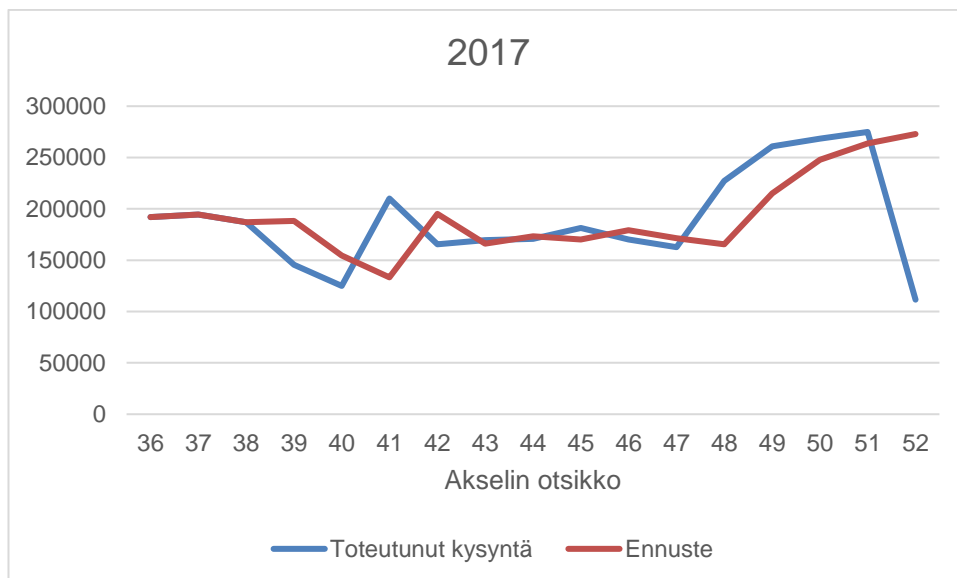
Kysynnän ennusteet tässä työssä on laadittu kotimaisen porkkanan kysynnälle. Ennusteiden tekemiseen käytettiin dataa vuosilta 2014-2017, jotka saatiin yrityksen käyttämästä toiminnanohjausjärjestelmästä. Tilausmäärien yksikkönä käytetään kilogrammoja ja määrät otettiin viikkotasolla, sillä yksittäisten päivien välillä saattaa olla todella isoja eroja tilausmäärissä. Viikon mittainen ajanjakso todettiin hyväksi tuotannonsuunnittelun kannalta, sillä raaka-aine valinnat olisi hyvä tietää hieman pidemmäksi ajaksi kerrallaan. Kysyntä otettiin jokaisen vuoden viikoilta 36-52, sillä silloin on varastoidun porkkanan kovin sesonkiaika. Koska kysyntä otettiin viikkotasolla, ei tarkat päivämäärät täsmää joka vuodessa. Ennusteiden paikkansapitävyyttä verrattiin vuoden 2017 toteutuneeseen kysyntään, jotta virhettä saatiin tarkasteltua mahdollisimman monen viikon ajalta.

Ennusteiden tekemiseen käytettiin eri metodeja, joiden tarkkuus oli vaihtelevaa. Paras tulos saatiin käyttämällä Holt-Winter metodia, jonka avulla virheen keskiarvoksi tuli 14%. Muilla metodeilla virheen suuruus kilomäärinä oli niin iso, että ne todettiin hyödyttömiksi. Ennusteet tehtiin Microsoft Excel -tietokoneohjelman avulla.

Ennusteiden tarkkuuteen saattavat vaikuttaa esimerkiksi erilaiset kampanjaviikot, jolloin tuotetta pakataan normaalia viikkoa enemmän, juhlapyhien osuminen eri viikoille sekä koulujen syyslomat.

Painotettu keskiarvo

Painotetun keskiarvon menetelmä ei ollut soveltuva tuotannonsuunnittelun tueksi, sillä kysyntä vaihtelee eri viikkojen välillä niin paljon. Menetelmän avulla ennustevirheen keskiarvo oli 19%. Kilomääräisesti isoimmat virheet olivat yli 100 000 kiloa, joka on aivan liian paljon viikkotasolla. Ennusteen ja toteutuneen kysynnän ero näkyy alla olevasta kaaviosta (Kuvio 1.). Painotetun keskiarvon laskemiseen käytettiin aina kolmen edellisen viikon toteutunutta kysyntää. Painokertoimet jaettiin viikkojen välille painottaen selkeästi viimeisintä viikkoa, sillä edellinen viikko on yleensä paras mittari myös tulevalle viikolle. Ensimmäiselle ja toiselle viikolle painokerroin oli vain 0,1 molemmille ja kolmannen viikon painokertoimeksi asetettiin siis jäljelle jäänyt 0,8. Ennustetta tarkasteltiin myös muuttamalla painokertoimia, mutta tarkin tulos saatiin painottamalla viimeisintä viikkoa eniten.

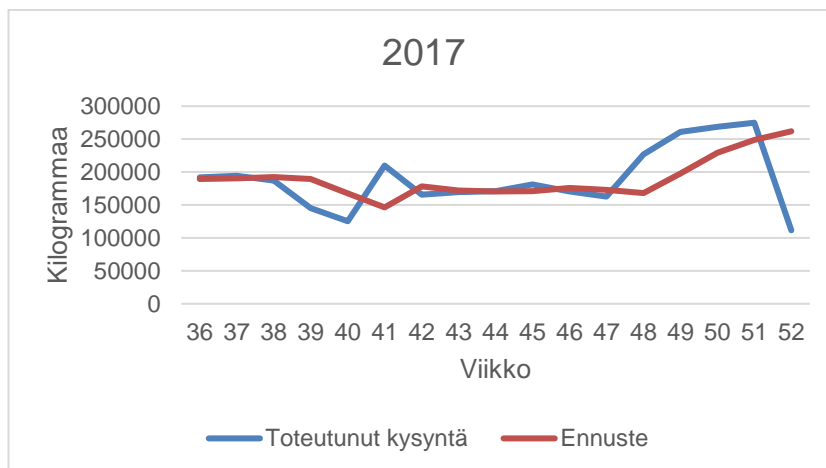


Kuvio 2. Painotetun keskiarvon menetelmä

Kuten kuviosta näkyy, on ennuste ensimmäisillä viikoilla kohtuullisen tarkka, mutta myöhemmässä vaiheessa ero alkaa kasvamaan. Kuten jo aiemmin mainittiin, kyseinen malli todettiin hyödyttömäksi sen epätarkkuuden johdosta.

Eksponentiaalinen tasoitus

Eksponentiaalisen tasoituksen menetelmällä virheen keskiarvoksi saatiin 21%. Keskiarvoa nostaa kuitenkin suuresti viikon 52 ennuste, sillä menetelmä ei ota huomioon joulun jälkeistä tilausten pienenemistä. Ilman viikkoa 52 virheen keskiarvoksi tuli 13%, joka oli jo huomattavasti parempi. Kilomäärinä isoimmat erot ennusteen ja toteutuneen kysynnän välillä olivat yli 60 000 kiloa. Kuviosta 2 näkyy ennusteen ja toteutuneen kysynnän ero.

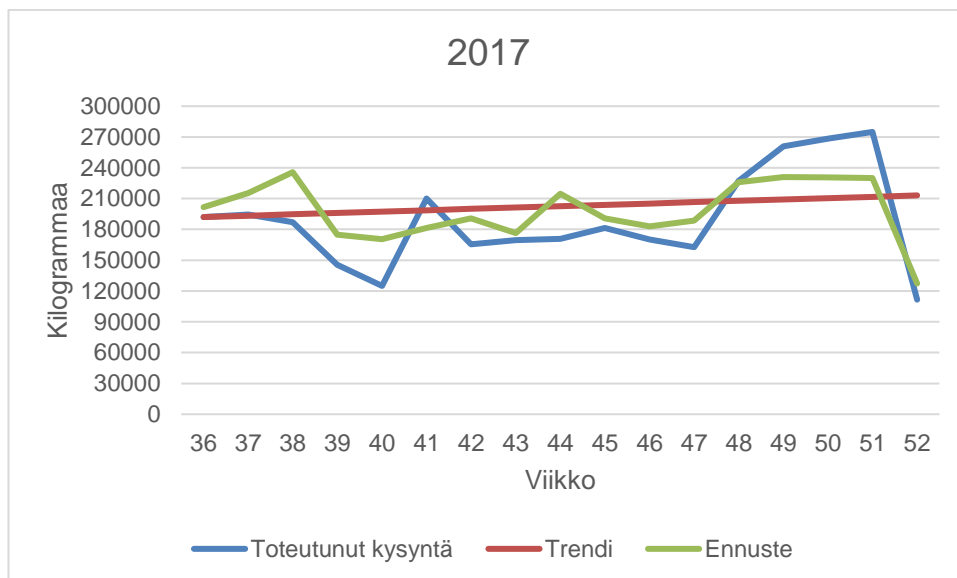


Kuvio 3. Eksponentiaalisen tasoituksen ennuste

Kuten kaaviosta näkyy, on ennusteen reagointi muutoksiin liian hidasta. Ensimmäisen viikon ennusteena käytettiin koko ajanjakson keskiarvoa ja alfan arvo kyseisessä ennusteessa (Kuvio 2.) on 0,5. Ennustetta kokeiltiin myös muilla alfan arvoilla, mutta arvolla 0,5 virheet kilomääräisesti pysyivät pienimpinä. Myös eksponentiaalisen tasoituksen malli todettiin huonoksi tuotannonsuunnittelun työkaluksi, sillä 60 000 kilon heitto tarkoittaa yhden täyden työpäivän työkuormaa.

Holt-Winter menetelmä

Holt-Winter menetelmä todettiin sopivimmaksi työkaluksi tuotannonsuunnittelun tueksi. Se on käytetyistä malleista ainut, joka ottaa huomioon myös kausivaihtelun ja trendin. Tällä menetelmällä virheen keskiarvoksi tuli 14%, isoimman virheen ollessa 48 000 kilogrammaa. 48 000 kiloa on iso määrä, mutta kyseisellä viikolla ennuste oli suurempi kuin toteutunut kysyntä. Vuoden 2017 keskiarvo ennustevirheestä kiloina oli 25 000, joka on vielä melko helposti hallittavissa yhden viikon aikana. Ennuste siirtyi vuonna 2017 kulkemaan pääsääntöisesti toteutuneen kysynnän yläpuolella, mikä on hyvä asia tuotannonsuunnittelua ajatellen. Ennusteen siirtyminen kysynnän yläpuolelle on selitettävissä edellisvuosia pienemmällä kasvulla vuodesta 2016 vuoteen 2017. Ennusteeseen laskettiin trendi vuodesta 2014 alkaen ja aiempien kokonaismäärien kasvun ollessa 12% ja 15%, oli se viimeisenä vuonna vain 6%. Kaaviossa 3 näkyy ennusteen ja toteutuneen kysynnän suhde vuonna 2017 sekä trendiviiva.



Kuvio 4. Holt-Winter menetelmän ennuste

Ennustekäyrä reagoi kohtalaisen hyvin kysynnän muutoksiin, pysyen pääsääntöisesti toteutuneen kysynnän yläpuolella. Jos kasvu pysyy tasaisena tulevana vuosina, tulee Holt-Winter menetelmän ennusteesta varmasti vieläkin tarkempi ja hyödyllisempi työkalu raaka-ainevalintoja tehdessä sekä työnjakoa suunnitellessa.

Holt-Winter menetelmää tullaan kokeilemaan tuotannonsuunnittelun tukena seuraavan kotimaisen porkkanan satokauden alkaessa. Kirjoittajan näkemys on, että jos ennuste on edes yhtä tarkka kuin se oli vuodelle 2017, tullaan ennustetta käyttämään jatkossa aktiivisesti. Jos menetelmä todetaan onnistuneeksi, se tullaan ottamaan käyttöön myös muiden tuotteiden tuotannonsuunnittelun tueksi.

8 TUOTANNONSUUNNITTELU JUURESVAKKA OY:SSÄ

Tuotannonsuunnittelu Juuresvakka Oy:ssä on aiemmin ollut lähinnä kvalitatiivista ja perustunut pitkälti jo tiedossa oleviin tilauksiin. Päätöksiä raaka-aineista, pakkausjärjestyksistä ja muihin tuotantoon liittyvistä asioista on tehty lyhyellä varoitusaajalla, päättäjän omaan kokemukseen perustuen. Päätöksien tukena on käytetty säilyvyyskokeiden tuloksia ja viljelijöiden sopimuksia. Jokaisella sopimusviljelijällä on oma kuukausikohtainen sopimusmäärä, joka pyritään aina ajamaan kuukauden aikana täyteen.

Tuotannonsuunnittelu on pääasiallisesti ollut tuotannon esimiehen vastuulla. Esimies suunnittelee työvuorot, tilaa raaka-aineet ja tekee lopulliset päätökset pakkausjärjestyksistä. Koska tilaukset tulevat yleensä vain päivää ennen toimituspäivää, joudutaan yrityksessä reagoimaan nopeasti ja usein tekemään myös muutoksia suunnitelmiin, jos tilaus on erityisen suuri. Näitä päätöksiä päästään kysynnän ennusteen avulla helpottamaan ja isompien tilausten kuormittavaa vaikutusta pystytään jakamaan tasaisemmin yhden viikon ajalle.

Tulevaisuudessa tuotannonsuunnittelua tekevän apuna on oman kokemuksen ja säilyvyyskokeiden tulosten lisäksi myös kysynnän ennuste. Uuden työkalun avulla pyritään helpottamaan suunnittelua ja pidentämään sen aikajännettä. Kun raaka-aineiden toimitus osataan suunnitella viikoksi kerrallaan, tulee se helpottamaan myös viljelijöiden työtä. Viljelijät saavat suunniteltua omat aikataulunsa paremmin ja raaka-aine on varmemmin oikeassa paikassa oikeaan aikaan. Pidemmälle tehdyn suunnitelman avulla eri laatuisia raaka-aineita saadaan myös otettua varastoon aiempaa aikaisemmin, minkä avulla mahdollisiin lisätilauksiin tai erityisen suuriin tilauksiin reagointi on mahdollista aiempaa nopeammin.

Kvalitatiiviset menetelmät eli tuotannonsuunnittelua tekevän henkilön oma kokemus tulee edelleen olemaan tärkeä osa suunnitteluvaihetta. Erilaisiin kampanjoihin, juhlapyyhiin ja muihin, tilauksiin vaikuttaviin, erityistapauksiin täytyy osata varautua, vaikka ne eivät ennusteessa näkyisikään. Kokemuksen avulla myös ennusteen analysoimisesta tulee helpompaa. Esimerkiksi jos edeltävällä viikolla on lähtenyt reilusti enemmän porkkanaa, kuin ennusteessa on ollut, ja seuraavan viikon ennuste on huomattavan suuri, kannattaa valmistautua vähän pienempiin tilausmääriin. Myös raaka-aineen valinta tietyille päiville vaatii kokemusta, sillä tilausmäärät eivät yleensä jakaannu tasaisesti viikonpäivien ajalle.

Alkuviikon aikana, tilausten ollessa pienempiä, on hyvä ajaa vähän heikompileatuista raaka-ainetta ja isompina tilauspäivinä raaka-aineen tulee olla hyvää.

Porkkanan ajaminen varastoon seuraavaa päivää varten ei sekään ole helppoa. Tilaukset tulevat yleensä myöhäisessä vaiheessa työvuoroa ja pienten tilausten päivinä porkkanaa ajetaan varastoon jo aikaisessa vaiheessa päivää. Koska kysynnän ennuste näyttää vain kokonaismäärän kilogrammoina, tulee tuotannonsuunnittelijan osata aavistaa, minkä kokoiseen ja mihin pussiin porkkanaa ajetaan. Joillakin yksittäisillä tuotteilla on myös omat sesonkiaikansa, esimerkiksi 2 kilogramman pussiin pakattua porkkanaa lähtee ennen joulua isoja määriä ja joulun jälkeen sen kysyntä on todella pientä. Eri pussien menekki vaihtelee hieman vuodesta toiseen, ja tuotantoa suunnittelevan tuleekin osata lukea aiempien viikkojen kysyntää päätöksiä varastoon ajettavista tuotteista tehdessään.

Kokonaisuutena tuotannonsuunnittelu vaatii monien eri osa-alueiden hallitsemista ja kykyä tulkita ennusteen lisäksi myös toteutunutta kysyntää. Ennusteen avulla jo ennestään hyvällä tasolla olevaa toimitusvarmuutta saadaan todennäköisesti parannettua entisestään ja tuotteet saadaan lähtemään ajoissa asiakkaille. Ennuste antaa erinomaisen työkalun tuotannonsuunnittelun tueksi ja helpottaa tulevaisuudessa mahdollisten uusien tuotannonsuunnittelijoiden tekemistä.

9 ENNUSTEEN KÄYTTÖ JATKOSSA

Varastoporkkanan ennusteesta saatiin Holt-Winter menetelmällä hyvä työkalu tuotannonsuunnittelun tueksi. Ennuste kulkee hyvin toteutuneen kysynnän käyrän mukana ja helpottaa näin ollen erityisesti raaka-ainevalintojen tekemistä. Sen avulla pystytään jatkossa tekemään rohkeammin päätöksiä varastoon pakkaamisesta ja näin ollen työkuormaa saadaan jaettua tasaisemmaksi eri viikonpäiville. Tällä tavoin saadaan toivottavasti vähennettyä ylitöiden määrää ja pidettyä pakkauskulut kurissa. Porkkanan tilausmäärille tehtyä ennustetta tullaan jatkossa hyödyntämään päivittäisessä tekemisessä ja sitä yritetään kehittää entistä parempaan suuntaan.

Holt-Winter menetelmän ennustetta tullaan jatkossa hyödyntämään myös muiden pakattavien tuotteiden tuotannonsuunnittelussa, jolloin myös niiden tuotannonsuunnittelu helpottuu. Kun kaikkien tuotteiden suunnittelu saadaan järjestettyä, tulee myös työvuorojen ja henkilömäärän suunnittelusta aiempaa helpompaa. Kun ennusteet saadaan kaikki toimimaan ja niitä osataan hyödyntää oikein, tulee mahdollisiin isoihin tilauksiin reagoimisesta helpompaa.

Ennusteesta tulee jatkossa olemaan hyötyä yritykselle, sillä sen avulla esimerkiksi kulu-rakennetta on mahdollista pienentää ylitöiden vähentymisellä. Kehittyneen tuotannonsuunnittelun avulla saadaan parannettua toimitusvarmuutta, joka on asiakassuhteiden kannalta todella merkittävä asia. Kehittyneen tuotannonsuunnittelun ja toimitusvarmuuden avulla pidetään asiakkaat tyytyväisinä ja varmistetaan toiminnan jatkuminen myös tulevaisuudessa.

LÄHTEET

Arnold, T.; Chapman, S. & Clive, L. 2014. Introduction to Materials Management. Edinburgh Gate: Pearson Education Limited

Chase, C. 2013. Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting. Wiley. Viitattu 3.5.2018. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/turkuamk-ebooks/reader.action?docID=1315864&query=>

Chopra, S. & Meindl, P. 2010. Supply Chain Management. Strategy, Planning and Operation. New Jersey: Pearson Education Inc.

Investopedia 2018. Viitattu 8.2.2018. <https://www.investopedia.com/terms/s/seasonality.asp>

Jacobs, R. & Chase, R. 2017. Operations and Supply Chain Management: The Core. New York: McGraw-Hill Education.

Slack, N.; Brandon-Jones, A. & Johnston, R. 2016. Operations Management. 8.painos. Edinburgh Gate: Pearson Education Limited

Ennusteet

VKO	2014	2015	2016	2017	0,1	0,1	0,8	Virhe	%
36	155900	146800	182500	192000				0	0 %
37	111400	215800	205600	194400		2017 ennuste		0	0 %
38	191100	222800	207900	186900	36	192000		0	0 %
39	145300	118300	155800	145400	37	194400		42760	29 %
40	145400	125600	152200	125100	38	186900		29350	23 %
41	109700	122200	149200	210000	39	188160		-76690	37 %
42	152000	159000	151700	165600	40	154450		29450	18 %
43	92100	132700	177000	169600	41	133310		-3610	2 %
44	125600	173300	255100	170900	42	195050		2340	1 %
45	113300	152700	181100	181300	43	165990		-11060	6 %
46	137100	157700	133000	170300	44	173240		8790	5 %
47	160700	75000	222200	162800	45	170240		8660	5 %
48	144600	142100	256300	227100	46	179090		-61700	27 %
49	226800	154000	148500	261000	47	171460		-46010	18 %
50	148300	171000	200800	268500	48	165400		-20710	8 %
51	132300	208000	170900	274900	49	214990		-11290	4 %
52	43000	143900	76500	111600	50	247790		161270	145 %
Yht.	2336614	2622915	3028316	3219417	51	263610		KA	19 %
Kasvu		12,25 %	15,46 %	6,31 %	52	272870		51550	

